Aus dem physiologischen Institute zu Rostock.

Untersuchungen

mit dem

Gärtner'schen Tonometer.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Berthold Schleisiek

aus Georgsmarienhütte bei Osnabrück.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Rostock.

Universitäts-Buchdruckerei von Adler's Erben.

1901.

Referent: Herr Professor Dr. **Langendorff.**

Meinem lieben Onkel,

Herrn Oberlehrer Hugo Quensell

in aufrichtiger Dankbarkeit

und Verehrung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549202_0065

Einleitung.

Die verhältnismässig grosse Zahl der schon existierenden Apparate zur Bestimmung des Blutdruckes am Menschen giebt uns den besten Beweis, wie lebhaft das Bedürfnis danach empfunden wird. Besonders Basch (1) hat darauf hingewiesen, wie wichtig und wertvoll es therapeutisch, prognostisch und diagnostisch in manchen Fällen sein kann, dass der Arzt sich über die Blutdruckverhältnisse möglichst genau Rechenschaft gebe. Die von Marey, Waldenburg, Potain, Mosso, Hürthle und v. Frey angegebenen Methoden sind zu Laboratoriumszwecken vielleicht recht geeignet, jedoch viel zu kompliziert, als dass sie in die Praxis hätten Eingang finden können. Der einzige Apparat, der vermöge seiner grossen Einfachheit eine weitere Verbreitung und ausgedehnte praktische Anwendung erfahren hat, ist das von Basch erfundene Sphygmomanometer.

In jüngster Zeit hat nun das Sphygmomanometer einen Rivalen bekommen, der vielleicht dazu berufen ist, es aus seiner dominierenden Stellung zu verdrängen. Am 16. Juni 1899 führte Professor Gärtner (2) in einem Vortrage „über einen neuen Blutdruckmesser" der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien sein Tonomter vor, ein sehr einfaches, leicht zu handhabendes Instrument.

II. Das Gärtner'sche Tonometer.

1. Beschreibung und Anwendung des Tonometers.

Das Tonometer besteht bekanntlich aus einem T förmigen Kautschukschlauch, an dessen drei Schenkel ein pneumatischer Ring, ein Gummiball und ein Manometer angefügt sind. Für die ärztliche Praxis ersetzt man das genauere und daher für Laboratoriums- und Krankenhauszwecke geeignetere Quecksilbermanometer durch ein leichter zu transportierendes Metallmanometer. Ausserdem sind dem Apparate Vorrichtungen zur Compression des Balles und zur Anämisierung des Fingers beigegeben. Das Quecksilbermanometer ist nach Art eines Gefässbarometers gebaut und zwar so, dass sich der lichte Durchmesser des Gefässes zu dem des Steigrohres wie 75 zu 1 verhält. Ist also das Quecksilber im Steigrohr um 75 mm gestiegen, so ist sein Niveau im Gefäss um 1 mm gesunken und die wahre Niveaudifferenz beträgt 76 mm. Hierauf ist bei Herstellung der Scala Rücksicht genommen und zwar ist sie so eingerichtet, dass durch Verkleinerung der Teilstriche um je $^1/_{76}$ mm 75 mm über dem Nullpunkte der Teilstrich 76 zu stehen kommt. Es sei auf diese Verhältnisse ausdrücklich aufmerksam gemacht, weil man die Entfernung der einzelnen Teilstriche sehr leicht für Zentimeter halten könnte.

Die Anwendungsweise ist kurz folgende. Der pneumatische Ring wird über die mittlere Phalange eines geeigneten Fingers geschoben, die Endphalange mittels eines fingerhutförmigen Kompressors oder kleiner Gummiringe, die von der Fingerspitze das Blut vor sich hertreibend bis zum pneumatischen Ringe herabgerollt werden, anämisiert und jetzt durch Kompression des Gummiballes in dem hermetisch abgedichteten System ein Druck hergestellt, der den zu erwartenden Blutdruck übertrifft. Nun

wird die Kompressionsvorrichtung entfernt und allmählich mit dem Drucke im Gummiballon nachgelassen, bis das Blut in die anämische Endphalange wieder eindringt und dieselbe rot färbt. Dieses ist der Moment, in dem uns das Manometer den dem Blutdrucke entsprechenden Wert anzeigt.

Es ist also dasselbe von Marey schon 1856 aufgestellte Prinzip, nämlich den Blutdruck durch den zur Verschliessung der Arterie erforderlichen und vom Manometer angegebenen Aussendruck zu messen, worauf sowohl das Sphymomanometer von Basch als das Tonometer von Gärtner beruht. Der Unterschied ist nur der, dass der eine das Verschwinden, der andere das Wiederauftreten des Pulses — denn die eintretende Rötung ist das Produkt des wiederauftretenden Pulses — als Indikator des richtigen Momentes zum Ablesen benutzt.

2. Beim Gebrauch des Tonometers zu berücksichtigende Vorsichtsmassregeln.

Ganz so einfach, wie es nach obiger Gebrauchsanweisung scheint, ist nun aber die Anwendung des Tonometers in der That nicht. Will man wirklich exakte Messungen ausführen, so bedarf es der Erfüllung gewisser Bedingungen.

1. Muss der Finger, an dem die Messung ausgeführt werden soll, in Herzhöhe gehalten werden, da sich sonst der aus der Niveaudifferenz zwischen Herz und Finger resultierende hydrostatische Druck dem Blutdruck algebraisch hinzusummiert, und zwar hat nach Gärtner (2) eine Niveaudifferenz von 10 cm eine Blutdruckänderung von 7 mm zur Folge.

2. Muss während der Messung möglichst gleichmässig und ruhig geatmet werden, da Hustenstösse, tiefe Atemzüge u. s. w. den Blutdruck enorm zu beeinflussen vermögen.

3. Darf der pneumatische Ring nicht einem Gelenk aufliegen, sondern muss zwischen zwei Gelenken auf der Mitte der Phalange seinen Platz haben.

4. Darf die Armarterie weder im Ellenbogen- noch im Schultergelenk durch maximale Beugung komprimiert sein.

5. Dürfen die Fingerarterien nicht durch Kälte kontrahiert sein.

Jeder einzelne Punkt ist von hervorragender Wichtigkeit und um alles genau zu beobachten und dementsprechend exakte Messungen ausführen zu können, muss man doch schon eine gewisse Uebung haben. Jedenfalls darf man sich nie mit einer Messung begnügen. Stets ist eine Serie von Messungen erforderlich.

3. Eigene Methode der Handhabung des Tonometers.

Bei meinen zahlreichen Versuchen habe ich mir nach und nach meine eigene Methode der Handhabung ausgebildet, worauf ich jetzt des näheren eingehen möchte.

Zunächst kommt es auf die Wahl des Fingers an. Nicht jeder Finger ist zur Messung gleich gut geeignet. Der pneumatische Ring muss sich dem betreffenden Finger gut anschmiegen, aber dabei doch leicht verschieblich sein. Ist der Ring zu eng, so wird natürlich, selbst wenn wir den Aussendruck bis auf 0 erniedrigt haben, das Blut nicht einströmen können. Ist der Ring zu weit, so muss der gemessene Druck zu gross ausfallen, da sich dem Blutdruck der zur Spannung der Membran nötige Druck hinzuaddiert. Es ist daher, wenn man möglichst genaue Resultate bekommen will, erforderlich, die Messungen bei demselben Individuum stets am selben Finger auszuführen. Von Fränkel (3) ist allerdings gegen diese Benutzung ein und desselben Fingers bei sich

schnell folgenden Messungen — und mit einer einzelnen Messung darf man sich, wie schon bemerkt, nie begnügen — geltend gemacht worden, dass nach Aufhebung der Compression die Gefässe in einen Zustand lähmungsartiger Schlaffheit geraten und daher die folgende Messung einen entsprechend höheren Druck ergebe. Dass zunächst bei weiten Gefässen der Druck höher sein soll als bei engen, scheint mir mindestens zweifelhaft Es kommt jedoch darauf hier nicht an, sondern vielmehr darauf, dass der Blutdruck durch die stattgehabte Kompression eine Veränderung erlitten haben soll. Ich habe allerdings auch beobachtet, dass nach einer Reihe von Messungen die Endphalange feuerrot wurde und diese Gefässdilatation als Ausdruck einer örtlichen Gefässparese aufgefasst. Einen wesentlichen Einfluss auf den Blutdruck habe ich jedoch weder nach der positiven noch nach der negativen Seite hin beobachten können. Im Gegensatz hierzu konstatierte Federn (4) eine Blutdrucksteigerung. Er bestimmt den Blutdruck eines Individuums mit dem Sphygmomanometer von Basch, anämisiert dann den Finger nach Gärtner mit dem elastischen Ring und misst wieder, es ist dann bei fast allen Individuen der Druck um 20 mm gestiegen, Also, folgert er, wird durch die Anwendung des anämisierenden Ringes der Blutdruck gesteigert. Diese Blutdrucksteigerung ist eine lokale, denn eine Sphygmomanometermessung an der Radialis der andern Seite ergiebt keine Drucksteigerung. Nach Federn wirkt nicht die Einschnürung als blutdrucksteigender Reiz, sondern die Anämie. Denn blosse Einschnürung ohne Anämisierung steigert den Druck nicht. Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt Federn an: „Dass unser Gefässsystem nur bis zu den Kapillaren gegen das umgebende Gewebe abgeschlossen ist, von den Kapillaren bis

zu den Anfängen der Venen kommuniziert es, wenn der Ausdruck gestattet ist, gewissermassen mit den Gewebsflüssigkeiten, mit den Zellen; osmotische Strömungen, chemische Affinitäten wirken auf den Inhalt der Kapillaren und beeinflussen vielleicht den Druck in denselben. Zu dieser Erwägung führte nachfolgende Beobachtung: „Wenn ich durch den einschnürenden Ring den Finger anämisierte, so wird der anämisierte Teil des Fingers deutlich schwächer und der untere Teil deutlich stärker, weil mit dem Blute auch Gewebsflüssigkeit verdrängt wird, es wird daher die Spannung in den Geweben geändert und vielleicht hat diese veränderte Spannung Einfluss auf den Blutdruck."

Ich bin natürlich weit entfernt, hier irgend welche Kritik üben zu wollen, sondern teile nur die von mir gemachten Erfahrungen mit und danach kann ich mich der von Fränkel theoretisch konstruierten und von Federn durch Versuche geprüften Ansicht, dass der Blutdruck durch die Manipulationen am Finger wesentlich beeinflusst werde — in welchem Sinne ist dabei ganz gleichgültig — nicht anschliessen. Nach ihrer Ansicht müsste also bei mehreren aufeinanderfolgenden Messungen der Blutdruck bei den späteren Messungen höher sein als bei der ersten und zwar um ein Beträchtliches — nach Federn um 20 mm Hg. Das habe ich nun in der That nicht beobachten können. Bei 26 verschiedenen Versuchen, die zur Lösung dieser Frage an verschiedenen Personen vorgenommen wurden, war der Wert der zweiten Messung 11 mal dem der ersten gleich, 11 mal war er kleiner und nur 4 mal grösser. Am beweiskräftigsten sind aber meines Erachtens die Fälle, in denen der Druck bei vielen direkt hintereinanderfolgenden Messungen völlig gleich blieb. In einem Falle war dieses bei den 3, in einem bei den 5 und einem sogar bei den 7 ersten, unmittel-

bar sich folgenden Messungen der Fall. Im allgemeinen beobachtete ich freilich, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die erste Messung einen höheren Druckwert ergab als die zweite. Dieses hat aber meines Erachtens mit der Gefässdilatation garnichts zu thun, sondern entspricht vollkommen dem, was man erwarten sollte.

Die Versuchspersonen standen nämlich im Zimmer, eine nach der andern musste sich an den Tisch setzen und es wurde dann, um keine Zeit zu verlieren, unverzüglich zur Messung geschritten. Die Muskelaktionen beim Herantreten und Niedersitzen aber bewirkten eine leichte Blutdruckerhöhung, die vom Apparate getreulich wiedergegeben wurde. Zadeck (5) warnt daher geradezu vor der Verwertung der Anfangsergebnisse und empfiehlt, solange zu warten, bis die Werte einigermassen konstant geworden sind. Dass durch Muskelaktionen erzeugte Blutdrucksteigerungen sehr rasch vergehen, ist durch Kornfeld (6) einer — durch Grebner und Grünbaum (7) andrerseits nachgewiesen worden. Es ist also sehr wohl möglich, dass schon bei der zweiten Messung, die durchschnittlich etwa 2 Minuten später stattfand, der Blutdruck zu seiner Norm in der Ruhe zurückgekehrt war. Bei den später mitzuteilenden Versuchen, die ich an mir selbst vornahm, um den Einfluss der Nahrungsaufnahme auf den Blutdruck zu studieren, wurden lange Zeit hindurch viertel- oder halbstündige Druckbestimmungen, jede aus 5 aufeinanderfolgenden Messungen bestehend, ausgeführt. Auch da zeigte es sich, dass bei weitem am häufigsten die erste von den fünf Messungen den höchsten Wert ergab, während ich doch in der Zwischenzeit ruhig am Tische gesessen und gelesen hatte. Hier kann also von Muskelthätigkeit nicht die Rede sein. Gleichwohl glaube ich, die Erscheinung in analoger Weise erklären zu können.

Es tritt hier an die Stelle der Muskelaktion die Aktion der Psyche. War ich doch gespannt, ob nach der entsprechenden Zeit der Druck sich geändert habe und in welchem Sinne. Hatte ich aber das Resultat durch die erste Messung erfahren, so wurden die andern Messungen mehr mechanisch ohne die psychische Aktion der Erwartung und gespannten Aufmerksamkeit ausgeführt.

Bezüglich des Einflusses der Kompression auf den lokalen Blutdruck hatte ich mir noch zwei Fragen vorgelegt, die sich aber eigentlich, nachdem wir aus dem vorigen wissen, dass die Kompression überhaupt keinen merkbaren Einfluss auf den Blutdruck ausübt, von selbst beantworten. Nichtsdestoweniger seien die Versuche hier mitgeteilt, da sie jedenfalls dazu dienen können, das oben Gesagte noch mehr zu bestätigen. Es handelt sich darum, ob 1. eine verschiedene Stärke und ob 2. eine verschiedene Dauer der Kompression von verschiedenem Einfluss ist. Das erstere prüfte ich dadurch, dass ich verschieden grossen Ueberdruck gab, dass letztere indem ich die Kommpression einmal möglichst schnell entfernte, das andremal 2 Minuten einwirken liess und dann erst zur Messung schritt. Es wurden alternierend der Mittelfinger und der Zeigefinger der linken Hand zur Messung benutzt.

In der folgenden Tabelle geben die in Klammern stehenden Zahlen die Reihenfolge der Messungen an. z bedeutet Zeigefinger, m. Mittelfinger.

Kompression	
schnell entfernt	wirkt 2 Minuten ein
(1) 110 m	(2) 95 m
(3) 100 z	(4) 105 z
(5) 100 m	(6) 90 m
(7) 90 z	(8) 105 z
(9) 90 m	(10) 110 m
(11) 105 z	(12) 105 z

schnell entfernt	wirkt 2 Minuten ein
(13) 100 m	(14) 100 m
(15) 100 z	(16) 95 z
(17) 95 m	(18) 95 m
(19) 105 z	(20) 100 z
(21) 100 m	(22) 100 m
(23) 100 z	(24) 95 z
(25) 95 m	(26) 95 m
(27) 100 z	(28) 100 z
(29) 100 m	(30) 105 m
(31) 100 z	(32) 75 z
(33) 90 m	(34) 80 m
(35) 85 z	(36) 80 z

Sechsmal ist also die Differenz zwischen der ersten und zweiten Messung gleich 0, fünfmal ergiebt die zweite Messung einen höheren und achtmal einen niedrigeren Wert als die erste.

Obwohl sich demnach kein konstanter Einfluss der Kompressionsdauer auf den Blutdruck zeigte, habe ich mich doch gewöhnt, auch nach dieser Richtung hin meine Versuche möglichst unter den gleichenBedingungen auszuführen. Die Kompressionsvorrichtung wurde stets baldmöglichst entfernt, so dass die Dauer einer Messung durchschnittlich nicht mehr als 1 Minute betrug, und stets der gleiche Überdruck von 200 mm Hg gegeben.

Der zur Messung geeignet erscheinende Finger wird möglichst vollständig anämisiert. Es hängt freilich, wie Gärtner (8) selbst sagt und wie ich bestätigen kann, das Resultat von dem Grade der Anämie nicht ab. Man erleichtert sich jedoch die Ablesung wesentlich, wenn die Anämie eine möglichst vollständige ist. Zur Anämisierung dienten mir stets die schon oben erwähnten, dem Apparate beigegebenen Gummiringe, indem ich nicht nur einen Ring von der Fingerspitze bis zum oberen Rand des auf der mittleren Phalange ruhenden pneumatischen Ringes

herabrollte, sondern das noch in der Endphalange zurückgebliebene Blut durch einen zweiten und eventuell dritten Ring austrieb. Gewöhnlich genügten zwei Ringe, um eine vollständige Anämie zu erzielen. Der dem Apparate beigegebene fingerhutförmige Kompressor, der ja schneller zu handhaben ist, erwies sich als ganz ungeeignet. Man erzielt damit wohl einen etwas geringeren Blutgehalt aber keine Anämie. Das, was man an Zeit erspart, verliert man an Genauigkeit der Ablesung und damit des Resultates. Die Gummiringe erschlaffen mit der Zeit und müssen durch neue ersetzt werden, die man sich leicht von jedem entsprechend dicken Gummischlauche selbst schneiden kann.

Ich beobachtete stets die Fingerbeere, nie den Nagel, da es sehr schwer ist, eine völlige Anämie des Nagels hervorzurufen. Wenn die Fingerbeere schon leichenblass geworden ist, zeigt der Nagel immer noch einen rosigen Farbenton.

Wir kommen nun zur Messung selbst. Nachdem der Finger in der beschriebenen Weise blutleer gemacht war, wurde ein Überdruck von 200 mm Hg gegeben, die Kompressionsvorrichtung entfernt und der Aussendruck in regelmässigen Staffeln von 10 bezw. 5 mm erniedrigt. Dabei bediente ich mich stets der beigegebenen Schraubenpresse, weil man damit den Drucknachlass viel genauer und besser dosieren kann, als wenn man mit freier Hand den Ballon handhabt.

Wie die folgende Versuchsreihe zeigt, ist es nun keineswegs gleichgültig, wie lange man auf jeder Druckstufe verharrt. Es wurde unter Kontrolle eines hörbar schlagenden Sekundenpendels alternierend einmal 3, das andremal 10 Sekunden auf jeder Stufe gewartet. Die römischen Ziffern geben die Folge der schnell hintereinander ausgeführten Messungen an.

Wartezeit auf jeder Stufe	
3 Sekunden	10 Sekunden
I 115	II 130
III 115	IV 130
V 110	VI 130
VII 115	VIII 130
IX 115	X 130
XI 120	

Dieser einfache Versuch ist in mehr als einer Beziehung interessant. Zunächst möchte ich die nackten Thatsachen, die sich dabei herausstellten, mitteilen und dann auf die Erklärung derselben und die Konsequenzen, die sich daraus ergeben, zu sprechen kommen.

Erstens tritt also bei längerer Wartezeit die Rötung früher d. h. bei einem höheren Aussendrucke ein als bei kürzerer Wartezeit. Der eine oder andre könnte nun vielleicht meinen, dass man schliesslich, wenn man nur eine genügend lange Zeit wartet, einen beliebig hohen Druck herausmessen könne. Dem ist aber nicht so. Liess ich nämlich die Quecksilbersäule auf 135 mm stehen, so wollte sich der Finger selbst nach noch so langer Zeit nicht röten. Bei verschieden langer Wartezeit zeigt sich jedoch nicht nur ein Unterschied in der Zeit des Eintrittes der Rötung, sondern auch in der Qualität des Eintrittes. Während nämlich bei 10 Sekunden Wartezeit die Rötung allmählich und zögernd eintrat, färbte sich der Finger bei 3 Sekunden plötzlich rot.

Den Schlüssel zur Erklärung all dieser Thatsachen gab mir die Beobachtung, dass auf derjenigen Druckstaffel, auf der wir zuerst durch längeres Warten allmähliche Rötung des Fingers erzielen können, auch zuerst ein Pulsationsgefühl auftreten sehen und dass, wenn wir auf jeder Druckstufe nur 3 Sekunden warten, die Pulsation bei einem durchschnittlich 15 mm höheren Aussen-

drucke eintritt als die Rötung und nicht, wie alle bisherigen Untersucher und auch Gärtner (2) angeben, gleichzeitig mit ihr.

Von den zahlreichen Versuchen, die mir dieses bestätigten, sei nur noch der folgende angeführt.

Wartezeit auf jeder Stufe 3 Sekunden.

Pulsation bei	Rötung bei
105	90
110	100
110	95
115	105
115	100
120	100
115	100
120	105
125	110
120	105
120	105
120	105
115	105
115	100

Wie wir sehen werden, ist diese einfache Beobachtung nicht nur zur Erklärung der ganzen Vorgänge, sondern auch zur Beurteilung des Apparates von der allergrössten Wichtigkeit.

Suchen wir uns 1. die Frage zu beantworten wann tritt die Pulsation zuerst auf und 2. wie kommt sie zu stande?

Bei hohem Überdruck d. h. völlig geschlossnen Gefässen fühlt man keine Pulsation, ebensowenig bei völlig geöffneten, frei durchgängigen Gefässen. Es liegt also der Zeitpunkt des Eintrittes der Pulsation zwischen diesen beiden Zuständen des völlig Geschlossenseins und des völlig Geöffnetseins. Meiner Ansicht nach tritt sie in dem Momente ein, wo der Aussendruck ein klein wenig geringer geworden ist als das Blutdruckmaximum. Es wird dann zur Zeit der systolischen Acme immer schon

eine geringe Blutmenge durch die Kompressionsstelle hindurchgeworfen, während in der Diastole kein Blut durchtreten kann, da eben nur das Maximum des Druckes imstande ist, den Aussendruck zu überwinden. Gerade dieses nicht kontinuierliche, ruckweise Durchgetriebenwerden, dieses Anschwellen zur Zeit des höchsten systolischen Druckes und Abschwellen in der Diastole ruft das Pulsationsgefühl hervor. Die Rötung tritt bei 3 Sekunden Wartezeit hier noch nicht ein, weil die hindurchgeschleuderten Blutmengen zu ihrer Erzeugung noch zu gering sind. Würde man aber längere Zeit, etwa 10 Sekunden warten, so dass sich die bei den einzelnen Systolen eindringenden Blutmengen summieren könnten, dann müsste die Rötung eintreten, was ja die Versuche vollständig bestätigen. Wir sahen in der obenstehenden Tabelle (S. 15), dass bei 3 Sekunden Wartezeit sich die Rötung bei 115 mm zeigt, bei 10 Sekunden Wartezeit jedoch schon bei 130 mm. Letzteres ist nun thatsächlich die Druckhöhe, auf der die Pulsation zuerst auftritt. Wartet man nun eine genügend lange Zeit z. B. 10 Sekunden, so tritt auch die Rötung, allerdings zögernd und allmählich, wie leicht erklärlich, schon bei 130 mm Aussendruck ein. Wartet man aber auf jeder Stufe nur 3 Sekunden, so wird der Finger in der Zeit, die wir gebrauchen, um von 130 nach 115 zu kommen durch die schon eindringenden geringen Blutwellen wohl etwas roter, bei 115 aber ist jedes Hindernis aus dem Wege geräumt, die Bahn ist vollständig frei, die Pulsation hört infolgedessen auf und das Blut schiesst mit aller Macht ein, um den Finger momentan intensiv rot zu färben. Während also in den Arterien jeder Widerstand gehoben ist, sind die Venen vermöge ihrer grösseren Kompressibilität noch verschlossen, so dass jetzt eine uns als Index sehr willkommene Hyperämie an Stelle der vorher bestehenden Anämie tritt.

Aus der vorstehenden Auseinandersetzung ergiebt sich also für die Anwendung des Apparates, dass man, wenn anders man exakte Resultate erzielen will, auf jeder Druckstaffel eine gleichlange Zeit verweilen muss und dass diese Zeit möglichst kurz — etwa 3 Sekunden, wie Gärtner (8) vorschlägt — zu bemessen ist, weil dann eine plötzliche und intensive Rötung — die schon vorher bemerkbare leichte Rötung ist zu vernachlässigen — eintritt, die den Beobachter über den richtigen Moment zur Ablesung nicht im Zweifel lässt. Um die grösstmöglichste Genauigkeit zu erzielen, liess ich mir bei meinen Versuchen die Zeit von einem Sekundenpendal angeben. Führen wir unsere Messungen in dieser Weise aus, so giebt uns also die auftretende Pulsation das Blutdruckmaximum an, die später eintretende Rötung dagegen einen geringeren Wert, der möglicherweise dem mittleren Blutdruck annähernd entspricht, was jedenfalls ein grosser Vorzug des Apparates wäre. Fränkel (3), nach dessen Ansicht die Rötung den Maximaldruck anzeigt, ist wahrscheinlich der zeitlich verschiedne Eintritt von Pulsation und Rötung nicht aufgefallen oder er hat keinen besonderen Wert darauf gelegt.

4. Kritik des Tonometers.

Nachdem wir im vorigen das Tonometer in seiner Anwendungsweise genau kennen gelernt haben, können wir jetzt versuchen, die Resultate zusammenfassend eine kurze Kritik über seine Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit zu geben.

Gärtner (2) selbst giebt zu, dass der Blutdruck etwas höher ist als der vom Manometer abgelesene und dass die wahre Blutdruckhöhe zwischen den beiden Werten liegt, die vor und nach dem Einströmen abgelesen sind. Dieser Meinung muss ich mich anschliessen. Dagegen glaube ich nicht, dass

der Druck ungeschwächt auf die Arterien übertragen wird. Wenn auch, wie der Erfinder versichert, die die Arterien umgebenden Weichteile nahezu inkompressibel sind, so wird doch ein Teil des Druckes durch das Auspressen der Lymphe aus den komprimierten Weichteilen verloren gehen. Auch wird die Membran des pneumatischen Ringes nicht ganz ohne Spannung sein, wenn letztere auch, vorausgesetzt, dass der Ring an einem geeigneten Finger appliziert wurde, wahrscheinlich sehr gering ist. Jedenfalls ist es nach dem Gesagten klar, dass das Tonometer nicht imstande ist, uns absolute Blutdruckwerte zu liefern. Da aber diese Fehler beim selben Individuum konstant bleiben, so ist es sehr wohl möglich, mit dem Tonometer relative Blutdruckwerte und Vorstellungen von dem Sinne nnd der Grösse der Blutdruckschwankungen zu erhalten. Fränkel (3) sieht einen Uebelstand des Apparates darin, dass wir den Gefässdruck an einer peripheren kleinen Arterie messen, da er fürchtet, dass der lokale Druck durch die Kontraktion bezw. Erschlaffung der relativ starken Muskularis beeinflusst werde. Schon oben habe ich erwähnt, dass ich einen derartigen Einfluss nicht beobachten konnte. Auch Gärtner (2) selbst hat diesbezügliche Versuche mitgeteilt, worin er zu dem gleichen Resultat kommt, während, wie ebenfalls oben schon angegeben, Federn (4) zu entgegengesetzten Ergebnissen gelangt. Der Druck in den Arteriae digitales ist, wie Gärtner (2) durch Versuche erwiesen hat, um 6—8 mm Hg niedriger als in der Radialis. In vivo dürfte der Unterschied noch geringer sein. Nun, selbst wenn eine erhebliche Druckdifferenz bestünde, so glaube ich doch, dass eine Druckmessung an den Arteriae digitales ebensowohl ihre Berechtigung hat wie an der Arteria Radialis. Das Tonometer vermag genau dasselbe zu leisten wie das Sphygmomanometer von Basch.

Um exakte Resultate zu erhalten, müssen wir sowohl den einen wie den andern Apparat an demselben Individuum jedesmal in derselben Weise anwenden und gerade dieser Bedingung kann man meiner Ansicht nach mit dem Tonometer weit leichter genügen als mit dem Sphygmomanometer. Denn es ist doch sicherlich leichter, die Messung jedesmal am selben Finger vorzunehmen als die Hand, wie es Zadeck (5) bei der Anwendung des Sphygmomanometers für nötig hält, jedesmal in genau dieselbe Extensionsstellung zu bringen. Ausserdem hat das Tonometer gegenüber dem Sphygmomanometer den wohl allgemein anerkannten Vorzug, dass die Beurteilung der Grösse des Blutdruckes dem Gesichtssinne überantwortet und auf diese Weise eine Kontrolle durch mehrere Personen ermöglicht wird. Aus den angeführten Gründen glaube ich, dass wir mit dem Tonometer genauere und zuverlässigere Resultate zu erzielen imstande sind als mit dem Sphygmomanometer. Auch ist es sehr angenehm, dass man mit dem Tonometer an sich selbst Messungen vornehmen kann, ohne einer zweiten Person zu bedürfen, was ja beim Sphygmomanometer natürlich ausgeschlossen ist.

III. Mit dem Tonometer angestellte Untersuchungen.

Nachdem wir den Apparat und seine zweckmässige Handhabung kennen gelernt und gesehen haben, was wir von seiner Leistungsfähigkeit erwarten dürfen, kommen wir jetzt zu seiner praktischen Anwendung.

1. Normaler Blutdruck des Menschen.

Zunächst hatte ich mir die Aufgabe gestellt, an möglichst vielen verschiedenen Individuen möglichst zahlreiche Messungen aus-

zuführen, um zu sehen, ob die Werte unter gleichen Bedingungen einigermassen konstant sind und um mir ein ungefähres Bild vom normalen Blutdrucke gesunder Menschen zu machen. Es sei nochmals betont, dass wir von unserm Apparate keine absoluten Werte erwarten dürfen. Messen wir jedoch an einer grossen Zahl gesunder Menschen, so gelangen wir zu einer oberen und unteren Grenze, die normalerweise der Blutdruck nicht zu überschreiten pflegt. Freilich ist es unbedingt nötig, bei jeder Wertangabe hinzuzufügen, mit welchem Instrumente die Messung ausgeführt wurde.

Schon Zadeck (5) hat mit dem Sphygmomanometer von Basch festgestellt, dass diese Grenzen der Normalwerte sehr weite sind. Er fand sie bei einer Anzahl von 14 gesunden Männern zwischen 20 und 60 Jahren zu 70—150 mm Hg, in der Mehrzahl der Fälle allerdings lag der Druck zwischen 100 und 130. Ich komme zu ähnlichen Zahlen.

Bei allen Versuchen war es mein Bestreben, alle störenden Nebenumstände auszuschalten, soweit dieses überhaupt möglich ist. Ich forderte die beim Versuch sitzenden Personen auf, ruhig zu atmen und liess sie den Blick vom Manometer wegwenden, um die Aufmerksamkeit abzulenken. Die Messungen wurden auf den Vormittag verlegt, um den Einfluss grösserer Mahlzeiten zu eliminieren. Zur Ablesung bediente ich mich stets der Fingerbeere, auf jeder Druckstaffel verharrte ich 3 Sekunden, die ein Sekundenpendel angab. Der Ueberdruck betrug stets 200 mm Hg. Alle sonstigen Vorsichtsmassregeln wurden genau beobachtet.

Name	Alter	Zahl der Messungen	Druck-grenzen
F. J., cand. med.	26	13	100—125
K., cand. med.	24	10	90—100
W., Mechaniker	41	11	145—160
M., cand. med.	21	10	105—130
L., cand. med.	23	5	90—100
H., stud. med.	20	3	130—140
Z., stud. med.	21	3	95—100
H., stud. med.	21	10	100—120
Fräulein G.	19	3	115—120
B., stud. med.	20	3	115
W. S., stud. med.	21	11	110—135
V., stud. med.	20	10	75—95
W. T., stud. phil.	21	15	90—100
E. M., stud. phil.	19	11	80 - 90
K. G., stud. phil.	20	11	100—110
Fr. B., stud. med.	20	10	115—135
J. B., cand. med.	24	10	95—110
R. B., cand. med.	24	13	110—130
Dr. R.		2	100—105
B. S., cand. med.	24	13	90—120

Während also nach Zadeck (5) der normale Blutdruck gemessen mit dem Basch'schen Sphygmomanometer zwischen 70 und 150 mm Hg liegt, in der Mehrzahl der Fälle zwischen 100 und 130, finde ich als Grenzwerte des normalen Blutdruckes gemessen mit Gärtners Tonometer 75 und 160 mm Hg, in der Mehrzahl der Fälle 100 und 135. Die bei den 177 Einzelmessungen am häufigsten und zwar in 14 % aller Messungen wiederkehrende Zahl war 110. Auch andre Beobachter, die mit dem Gärtner'schen Instrumente arbeiteten, kommen zu annähernd gleichen Zahlen. So finden Grebner und Grünbaum (7) den habituellen Blutdruck zu 105—125 mm Hg vormittags und Jellinek (9), dem

ein Material von 532 Soldaten zur Verfügung stand, erhielt als Grenzwerte seiner Tonometermessungen 80 und 185 mm Hg, am häufigsten jedoch 100 und 160. Die mit dem Sphygmomanometer einer- mit dem Tonometer andrerseits erhaltenen Werte stimmen also annähernd überein, was ja sehr leicht erklärlich ist, da beide Apparate, wie schon hervorgehoben, auf demselben Prinzipe beruhen.

2. Beeinflussung des Blutdruckes durch verschiedene Variablen.

Bei meinen zahlreichen Versuchen habe ich noch manche interessante Beobachtung gemacht, die ich hier nicht unerwähnt lassen möchte. Es liegt mir natürlich vollständig fern, die Resultate dieser Einzelbeobachtungen als unumstössliche Thatsachen hinstellen zu wollen. Ich möchte mit ihrer Erwähnung nur eine Anregung zu weiteren Versuchen gegeben haben.

1. Körperlänge.

Es fiel mir auf, dass zwei Personen von besonders beträchtlicher Körperlänge einen verhältnismässig geringen Blutdruck zeigten, während der Druckwert bei einer beträchtlich kleineren Person auffallend hoch war.

Name	Alter	Grösse	Zahl der Messungen	Grenzwerte
H. K., cand. med.	24	1,80 m	10	90—100
A. L., cand. med.	23	1,85 m	5	90—100
W., Mechaniker	41	1,60 m	11	145—160

Auch das Tierexperiment hat ergeben, dass die grössten Tiere keineswegs auch den höchsten Blutdruck haben müssen. Volkmann (10) glaubt sogar, dass die Grösse eines Tieres für die Höhe des Blutdruckes überhaupt nicht massgebend ist. Diese Ansicht hält Tigerstedt (11) allerdings für etwas

übertrieben, giebt aber doch zu, dass bei Säugetieren die Körpergrösse einen merkwürdig geringen Einfluss auf den Blutdruck ausübt. Die von mir angeführten Fälle scheinen auf ähnliche Verhältnisse beim Menschen hinzuweisen.

2. Psychische Erregung.

Des öfteren hatte ich Gelegenheit zu beobachten, in welcher Weise psychische Einwirkungen den Blutdruck beeinflussen. Kapsamer (3) macht eindringlich darauf aufmerksam, dass diesem Momente bei der Beurteilung und Verwertung der gewonnenen Resultate bisher zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Ich glaube sicher, dass die oft scheinbar völlig unmotivierten, manchmal recht bedeutenden Schwankungen grösstenteils auf Kosten psychischer Alterationen zu setzen sind. Den direkten Beweis, dass psychische Erregungen den Blutdruck beeinflussen und zwar im Sinne einer Steigerung liefert Hürthle (12) mit seinem Apparate. Die auf einen rotierenden Cylinder gezeichnete Blutdruckkurve zeigt eine deutliche Erhebung in dem Momente, wo die Versuchsperson, ein Student, durch Vorlegung einer physiologischen Frage in psychische Erregung versetzt wird. In einigen Fällen glaube auch ich die unmittelbare Ursache der plötzlich eintretenden Blutdrucksteigerung bezw. psychischen Erregung angeben zu können.

Walter V. 20 Jahre Influenzarekonvaleszent.
Messungen am Mittelfinger der linken Hand

90
80
80
80
95 * Es tritt plötzlich ein der Versuchsperson unbekannter Herr ins Zimmer.
95
90

75 * Messung durch Sprechen der Versuchsperson gestört.
85
90

Die plötzlich eintretende Drucksteigerung von 15 mm in dem Augenblicke, als der unbekannte Herr ins Zimmer trat, glaube ich der psychischen Erregung, bestehe sie nun in Ueberraschung oder Schreck durch das plötzliche Aufreissen der Thür (ohne Anklopfen) oder nur in der dorthin gelenkten Aufmerksamkeit, zuschreiben zu dürfen.

Recht charakteristisch sind die folgenden vier Beobachtungen.

Erich M. 19 Jahre.

Messungen am Zeigefinger der linken Hand

80
80
95 * Die Thür wird plötzlich geräuschvoll geöffnet.
90
85
85
80
85
80
80
80

Die Versuchsperson giebt an, durch das plötzliche und geräuschvolle Oeffnen der Thür heftig erschreckt zu sein, daher die Steigerung von 15 mm.

Franz B. 20 Jahre.

Messungen am Mittelfinger der linken Hand

120
115
125
115

135 * Herr Professor L. tritt ins Zimmer.
130
120
115
120
115

Die bedeutende, bald vorübergehende Steigerung von 20 mm dürfte wohl kaum auf etwas anderes als psychische Erregung zu beziehen sein.

Johannes B. 24 Jahre.

Messungen am Mittelfinger der linken Hand

95
95
105
110 * Herr Professor L. redet mit der Versuchsperson.
110
100
110 * Die Thür wird plötzlich geöffnet.
100
95
100

Reinhold B. 24 Jahre Mitralinsuffizienz.

Messungen am Mittelfinger der linken Hand

110
110
120
110
115
120
115
115
130 } Die Versuchsperson lachte während der
130 } Messungen.
125
120
120
110

Die Steigerung von 15 mm glaube ich auf das Lachen beziehen zu dürfen, zumal auch Grebner und Grünbaum (7) durch Lachen rapide Blutdrucksteigerungen eintreten sahen. Während Kornfeld (13) angiebt, dass Lachen sowohl wie jeder heitere Affekt eine Blutdrucksenkung zur Folge habe. Möglicherweise ist die Wirkung des Lachens eine rein mechanische.

Als Gegenstück zu dem vorigen möchte ich den folgenden Versuch anführen, wo ohne äussere Störungen der Blutdruck bei 10 Messungen thatsächlich fast konstant bleibt.

Reinhold H. 21 Jahre.

Messungen am Mittelfinger der linken Hand

90
90
90
90
90
90
90
85
90
90

3. Muskelthätigkeit.

Als Folge der Muskelthätigkeit beobachteten Zadeck (5) und Kornfeld (2) mit dem Basch'schen Sphygmomanometer, Grebner und Grünbaum (7) mit dem Tonometer eine Blutdrucksteigerung. Auch ich hatte wiederholentlich Gelegenheit, mit dem Tonometer dieselbe Beobachtung zu machen. Desto mehr nimmt es mich Wunder, dass Gärtner (2) selbst eine Blutdruckerniedrigung gesehen haben will. Allerdings konnte auch Jellinek (9), der an 106 Soldaten vor und nach dem Marsche Tonometermessungen ausführte, keinen gesetzmässigen Einfluss dieser Leibesübung auf den Blutdruck konstatieren. Bei den einen war Steigerung, bei den

andern ein Gleichbleiben und bei den dritten sogar eine Senkung eingetreten. Jedoch möchte ich zu bedenken geben, dass — wie schon oben erwähnt — durch Muskelthätigkeit geschaffene Blutdrucksteigerungen sehr schnell vergehen. In der Zeit nun, während welcher bei den einen die Messungen vorgenommen wurden, war der Druck bei den andern vielleicht schon wieder zur Norm zurückgekehrt.

4. Dyspnoe.

Dass die bei den Tieren durch Dyspnoe hervorgerufene und so deutlich nachweissbare Blutdrucksteigerung auch beim Menschen zu stande kommt, kann man sich mit Hilfe des Tonometers nach folgender einfachen, von Herrn Prof. Langendorff angegebenen Methode zur Anschauung bringen.

Nachdem wir uns durch eine erste Messung oder besser durch eine Anzahl von Messungen über die augenblickliche Höhe des Blutdruckes bezw. den mittleren Wert desselben orientiert haben, lassen wir bei einer sofort anzuschliessenden Messung die Quecksilbersäule auf einer Druckstufe stehen, die etwa 10—20 mm über dem gefundenen Druckmaximum — jedenfalls aber ausserhalb des Pulsationsbereiches — liegt. Versetzt sich jetzt die Versuchsperson durch Anhalten des Atems in Dyspnoe, so tritt infolge der Blutdrucksteigerung schon auf dieser höheren Druckstufe zunächst Pulsation, dann auch plötzliche Rötung ein.

Ich führte diesen Versuch zunächst an mir selbst, dann an noch zwei andern Personen aus. Die Ergebnisse zeigt die angeführte Tabelle.

	Druck bei	
	ruhiger Atmung	angehaltenem Atmen
B. S., 24 Jahr, cand. med.		
	110	135
	135	145

	Druck bei	
	ruhiger Atmung	angehaltenem Atmen
J. B., 24 Jahr, cand. med.		
	110	130
W., 41 Jahr, Mechaniker		
	165	180

Es lässt sich auf diese Weise natürlich nur die Drucksteigerung an und für sich, nicht aber ihre Grösse nachweisen. Desshalb darf man aus der Tabelle nicht etwa schliessen wollen, dass z. B. bei der ersten Messung die Dyspnoe den Blutdruck von 110 auf 130, also um 20 mm gesteigert habe. Hätten wir nämlich die Quecksilbersäule auf 140 oder gar noch höher eingestellt, so wären wahrscheinlich auch diese Druckstaffeln erreicht worden.

In der oben beschriebenen Form hat Herr Prof. Langendorff den Versuch in seinen Vorlesungen demonstriert. Da sich jedoch der sehr labile Blutdruck in der zwischen den einzelnen Messungen liegenden Zeit schon wieder geändert haben kann, so habe ich dieselben auf folgende Art zu einer Messung zusammengezogen.

Der Finger wird in der bekannten Weise anämisiert und bei ruhiger Atmung mit dem Ueberdrucke nachgelassen, bis zuerst deutliche Pulsation eintritt. Diese ist das Zeichen, dass wir uns an der Grenze des augenblicklich herrschenden Blutdruckes befinden. Sobald wir dieses Warnungszeichen erhalten haben, steigern wir den Aussendruck wieder und zwar solange bis die Pulsation völlig verschwunden ist und stellen dann die Quecksilbersäule fest. Hält die Versuchsperson jetzt den Atem an, so bewirkt die folgende Blutdrucksteigerung zunächst Wiedereintritt der Pulsation, dann plötzliche Rötung.

Bei dieser Modifikation werden die ersten über den Blutdruck orientierenden Messungen nicht ausgeführt, sondern gleichsam nur angedeutet. Es ist

daher diese Methode einfacher und weniger zeitraubend, da sie ein öfteres Anämisieren des Fingers unnötig macht.

Der Dyspnoeversuch dürfte insofern besonderes Interesse beanspruchen, als er sich einerseits zu Demonstrationszwecken vorzüglich eignet, andrerseits aber den direkten Beweis liefert, dass wir mit dem Tonometer thatsächlich den arteriellen Druck messen und nicht — wie Basch (16) sagt — „etwas, was sich nicht genau definieren lässt."

5. Nahrungsaufnahme und täglicher Gang des Blutdruckes.

Neben der Prüfung des Tonometers auf seine Leistungsfähigkeit betrachtete ich es als meine Hauptaufgabe, den Einfluss der Nahrungsaufnahme auf den Blutdruck zu untersuchen. Meines Wissens sind über diesen Gegenstand bis jetzt nur vereinzelte Arbeiten vorhanden. Tigerstedt (11) beantwortet in seinem Buche über die Physiologie des Kreislaufes die in Rede stehende Frage kurz dahin, dass nach der Mahlzeit eine Steigerung des Blutdruckes eintrete. Dasselbe beobachtete Zadeck (5) mit dem Sphygmomanometer von Basch. Nach ihm beträgt die Steigerung 10—20 mm Hg und wird hervorgerufen durch die Vergrösserung der Blutmenge infolge der stärkeren Diffusion in die Darmvenen. Pawlow (14) suchte die Frage durch das Tierexperiment zu lösen. Er hatte einen Hund so gut dressiert, dass dieser ohne Betäubung beim Versuche vollkommen ruhig lag. Es wurde zunächst der normale Wert des Blutdruckes an einer auf der Innenseite des Kniegelenkes oberflächlich gelegenen Arterie festgestellt und dann das Tier mit trocknem Brot oder getrocknetem Fleisch gefüttert. Das Resultat war eine Blutdrucksenkung um höchstens 10 mm Hg. Grosse Mengen Bouillon vermochten

ebenfalls keine Steigerung zu bewirken. Die erwähnte Blutdrucksenkung bezieht Pawlow auf die Erweiterung der Darmgefässe und die starke Absonderung von Verdauungsflüssigkeit. Das Konstantbleiben des Druckes trotz Zuführung grosser Flüssigkeitsmengen erklärt er durch das Vorhandensein von Mechanismen, die den Blutdruck bei vermehrter Füllung der Gefässhöhle auf seiner normalen Höhe zu erhalten bestrebt sind.

In jüngster Zeit hat Colombo (15) das in Rede stehende Thema recht ausführlich bearbeitet. Er bediente sich zu seinen Versuchen des Sphygmomanometers von Mosso und nahm zugleich mit jeder Messung des Blutdruckes eine solche der Rectumtemperatur sowie eine Zählung der Atemzüge und des Pulses vor. Seine Resultate fasst er dahin zusammen, dass die Aufnahme sowohl fester wie flüssiger Nahrung eine schon nach einer halben Stunde bemerkbare, nach etwa $2^1/_2$ Stunden ihr Maximum erreichende und 4 Stunden andauernde Erniedrigung des Blutdruckes zur Folge hat, welche 20 mm Hg nicht überschreitet. Die Temperatur sowie die Zahl der Pulsschläge und Atemzüge erfahren dagegen eine Steigerung.

Die Erklärung, die Colombo zu seinen Versuchsresultaten giebt, hat in der That etwas Bestechendes. Die aufgenommenen Nahrungsmittel rufen nach ihm in den Verdauungsorganen eine das ganze Pfortadergebiet umfassende Gefässerweiterung hervor, welche die Blutdruckerniedrigung bewirkt. Die Temperatursteigerung fasst er als natürliche Folge der Hyperaemie auf und die Zunahme der Frequenz und Energie der Herzthätigkeit als Bestreben des Herzens, dass Druckgleichgewicht wieder herzustellen, die höhere Atemfrequenz endlich als notwendige Folge der vermehrten Herzthätigkeit. So ist alles aus ein und derselben Ursache, nämlich

der Gefässerweiterung des Verdauungstraktus erklärt. In wieweit nun dieses Abhängigkeitsverhältnis thatsächlich besteht, wage ich nicht zu entscheiden. Es machte mich aber die von Colombo selbst angegebene Erscheinung etwas stutzig, dass die Erhöhung der Puls- und Atemfrequenz sowie die Temperatursteigerung die Blutdrucksenkung überdauern. Wenn nämlich der Druck zu seinem Gleichgewichte zurückgekehrt ist, so hat doch die regulierende Thätigkeit des Herzens, als welche die höhere Pulsfrequenz aufgefasst wurde, ihre Schuldigkeit gethan und keinen Zweck mehr. Trotzdem besteht die erhöhte Pulsfrequenz fort.

Ausser dem Apparate von Mosso zog Colombo bei seinen Versuchen auch das Basch'sche Sphygmomanometer in Anwendung. Er erhält damit merkwürdigerweise ein gerade entgegengesetztes Resultat, nämlich eine Blutdrucksteigerung, die sich ebenfalls über 4 Stunden erstreckt, aber zu gleicher Zeit mit Puls- und Atembeschleunigung und Temperatursteigerung zur Norm zurückkehrt. Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ist nach Colombo (15) folgende. Die Versuchsperson fühlt nach der Nahrungsaufnahme ein intensives Wärmegefühl im ganzen Körper, welches an den geröteten Händen besonders ausgesprochen ist. Da sich hier die Gefässe erweitert und von einer reichlichen, kräftigen Blutwelle durchströmt finden, so giebt uns das Sphygmomanometer eine Blutdrucksteigerung an, wo wir eine Senkung erwarten.

Uereinstimmend haben also alle Untersuchungen ergeben, dass die Nahrungsaufnahme einen Einfluss auf den Blutdruck ausübt, welcher Art derselbe ist, ist allerdings noch Gegenstand der Controverse. Von vornherein lässt sich erwarten, dass die mit dem Tonometer erhaltenen Resultate aus bekannten Gründen den mit dem Sphygmomanometer erhaltenen

entsprechen werden. Das ist nun in der That der Fall. Zadeck (5) und Colombo (15) beobachteten mit dem Sphygmomanometer von Basch Blutdrucksteigerung nach der Mahlzeit, zum selben Resultate führten Grebner und Grünbaums (7) sowie meine sämtlichen Untersuchungen mit dem Gärtnerschen Tonometer.

Wie oben schon beiläufig bemerkt, nahm ich die diesbezüglichen Versuche an mir selbst vor. Der eine oder andere könnte daher den Einwand erheben, dass die erhaltenen Werte durch die psychische Thätigkeit der Aufmerksamkeit und Gespanntheit auf das Resultat getrübt seien. Es ist mir jedoch auf diese Weise möglich gewesen, andere Ungenauigkeiten, die schwerer ins Gewicht gefallen wären, zu vermeiden und den Bedingungen an deren Erfüllung die Exaktheit der Versuche geknüpft ist, eher zu entsprechen. Ausser den in der Tabelle genau angegebenen Nahrungsmitteln wurde nämlich an den betreffenden Tagen nicht das Geringste (auch kein Wasser) genossen. Dass ich mich des Rauchens enthielt ist selbstverständlich. Jede stärkere körperliche Bewegung wurde, soweit dieses überhaupt möglich ist, ängstlich vermieden. Es leuchtet ein, dass all dieses sich bei einer zweiten Person schwer würde haben kontrollieren lassen.

Zunächst fragte es sich, ob die Nahrungsaufnahme überhaupt einen Einfluss auf den Blutdruck habe. Es wurde daher beobachtet, wie sich die Blutdruckwerte bei völliger Nüchternheit von denen, die nach Nahrungsaufnahme gewonnen wurden, unterscheiden. In den folgenden Tabellen, die uns die Versuchsergebnisse mitteilen, stellt der angegebene Druckwert das aus 5 hintereinanderfolgenden Messungen gewonnene Mittel dar. Alle Messungen wurden unter den oben genannten Kautelen vorgenommen.

Zeit	29. März		30. März		2. April		3. April		4. April	
	Puls	Druck	Puls	Druck	Puls	Druck	Puls	Druck	Puls	Druck
8^{45}	64	75	63	85						
9	67	90	60	90					66	90
9^{15}	68	95	62	90					—	—
9^{30}	70	100	N_1						64	85
9^{45}	68	90	74	100					—	—
10	71	100	73	105	77	90	70	75	68	90
10^{15}	—	—	—	—	87 N_2	100	N_3		80 N_4	105
10^{30}	64	85	72	105	85	115	87	85	80	110
10^{45}	—	—	—	—	87	115	87	110	80	115
11	63	90	74	105	76	110	87	110	80	110
11^{15}	—	—	—	—	80	115	81	110	78	115
11^{30}	58	90	70	115	80	115	79	110	78	115
11^{45}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	59	80	76	115	80	105	78	115	71	110
12^{15}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12^{30}	64	80	68	100	78	105	92	110	72	100
12^{45}			—	—	—	—	—	—	—	—
1			70	100	78	105	86	105	68	105
1^{15}					—	—				
1^{30}					78	100				

N_1, N_2, N_3, N_4 = Aufnahme von

N_1: 2 gekochten Eiern, 2 Schinkenbroten.
N_2: $1^1/_2$ Tassen Kaffee, 3 Semmeln.
N_3: $1^1/_2$ Tassen Cacao, 2 Scheiben Butterbrot.
N_4: $1^1/_2$ Tassen Cacao, 2 Scheiben Butterbrot.

Am 29. März wurde bis mittags 12^{30} keine Nahrung aufgenommen, wir sehen allerdings wohl Schwankungen des Druckes, doch bleibt derselbe in diesem Zustande der Nüchternheit relativ gering und übersteigt 100 mm Hg nicht. Die anderen Versuche zeigen übereinstimmend eine Steigerung des Blutdruckes, die sich schon unmittelbar nach dem Essen bemerkbar macht. Dabei ist eine Gesetzmässigkeit bezüglich des Eintrittes des Maximums nicht zu konstatieren. Da es denkbar ist, dass Flüssigkeit,

da sie schneller resorbiert wird, einen zeitlich andern Einfluss ausübt, wie lediglich trockne Nahrung, so wurde am 30. März keine Flüssigkeit aufgenommen, am 3. und 4. April hingegen eine beträchtliche Menge mit Wasser gekochten Kakaos. Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch nicht zu bemerken. Es wurde statt des üblichen Morgenkaffees Kakao gewählt, um den spezifisch auf den Blutdruck wirkenden Einfluss des Kaffees auszuschliessen, doch liess sich auch, wie der am 2. April ausgeführte Versuch zeigt, bei Aufnahme von Kaffee keine Besonderheit beobachten.

Zu demselben Resultate wie die oben mitgeteilten Versuche, haben auch die meisten von andern Beobachtern zur Lösung dieser Frage angestellten Tonometermessungen geführt. Jellinek (9) nahm mit dem Tonometer an 20 Soldaten vor und nach der Mahlzeit Messungen vor. In 14 Fällen war nach dem Essen eine Blutdrucksteigerung eingetreten, bei 4 Personen blieb der Druck konstant und in 2 Fällen zeigte sich eine Drucksenkung. Es ist sehr wohl möglich, dass in den 6 Fällen, die eine Ausnahme bilden, besondere Verhältnisse vorgeherrscht haben. Es wurden nämlich immer nur 2 Messungen, eine links und eine rechts vorgenommen. Wenn wir berücksichtigen, wieviel Bedingungen den Blutdruck beeinflussen können, so ist es sehr wohl denkbar, dass in diesen wenigen Fällen durch besondere, störende Einflüsse das wahre Resultat getrübt wurde. Ich nehme daher keinen Anstand, als Regel, die durch Grebner und Grünbaums (7) Versuche, durch die Mehrzahl der Versuche Jellineks (9) und durch eigne bestätigt wird, aufzustellen, dass Nahrungsaufnahme beim Menschen den Blutdruck steigert.

Des weiteren verfolgte ich den Verlauf der Blutdrucksteigerung nach der voluminöseren Mittagsmahlzeit durch halbstündliche Messungen. Zwischen

der Mittags- und Abendmahlzeit, also während der Messungen, wurde nicht das Geringste genossen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Zeit	5. April		6. April	
	Puls	Druck	Puls	Druck
11^{30}	63	80	74	95
12	67	85	71	110
12^{30}	N_1		N_2	
1	81	100	82	125
1^{30}	78	105	78	130
2	72	105	79	125
2^{30}	78	110	79	125
3	74	110	78	125
3^{30}	72	115	76	125
4	72	120	74	125
4^{30}	70	120	72	120
5	74	110	72	120
5^{30}	69	110	69	115
6	72	110	64	110
6^{30}	67	100	70	105
7	73	100	70	105
7^{30}	68	105	70	95
8	66	110	65	100

N_1 = Nahrungsaufnahme (1 Teller Suppe mit Brot, 1 Kalbskotelett mit Kartoffeln und Gemüse).

N_2 = Nahrungsaufnahme (1 Teller Suppe mit Brot, Rouladen mit Kartoffeln und Kompott).

Wir sehen, dass auch hier eine Gesetzmässigkeit im Eintritt des Maximums nicht hervortritt und dass der Druck nach etwa 4—5 Stunden wieder zur Norm zurückkehrt.

Auf die folgende Tabelle, die uns ein Bild von der Beeinflussung der Blutdruckkurve durch die gewohnte, zu den üblichen Tageszeiten stattfindende Nahrungsaufnahme geben soll, sei besonders aufmerksam gemacht, da derartige Tagesmessungen bisher — soweit mir bekannt — noch nicht angestellt wurden. Colombo hat allerdings Tageskurven

konstruiert, dem Einfluss der üblichen Mahlzeiten auf ihren Verlauf jedoch keine besondere Beachtung geschenkt. Ausserdem scheinen mir Colombos Versuche deshalb nicht ganz einwandsfrei, weil er seine Versuchspersonen zu jeder Mahlzeit $^1/_2$ Liter Wein trinken liess, obwohl bekanntlich der Alkohol eine spezifisch blutdrucksteigernde Wirkung ausübt.

Zeit	Puls	Druck	
6		80	Nach dem Erwachen
8		80	sitzend im Bett.
9^{20}		80	Nach dem Aufstehen.
	N_1		
9^{40}	83	90	
10^{10}	76	95	
10^{40}	70	100	
11^{10}	71	105	
11^{10}	70	100	
12^{10}	67	100	
12^{40}	64	100	
1^{10}	70	100	
1^{40}	68	100	
	N_2		
2^{30}	78	110	
3^{20}	73	115	
3^{40}	84	125	
4^{10}	77	115	
4^{40}	82	115	
5^{10}	69	120	
5^{40}	68	115	
6^{10}	68	115	
6^{40}	65	115	
7^{10}	67	100	
7^{40}	66	100	
	N_3		
8^{20}	69	120	

N_1 = Frühstück ($1^1/_2$ Tassen Kaffee, 2 mit Käse belegte Brötchen).

N_2 = Mittagessen (1 Teller Bouillon mit Brötchen, 1 Schweinskotelett mit Kartoffeln und Linsen).

N_3 = Abendessen (2 Schinkenbrote, 2 gekochte Eier, 1 Käsebrot).

In Übereinstimmung mit den anderen Versuchen sehen wir also nach jeder Mahlzeit Steigerung eintreten, die nach der voluminösesten Mittagsmahlzeit ihren Gipfelpunkt erreicht und ebenfalls nach 5 Stunden zurückgeht.

Auffallend ist, dass der Beginn und die Dauer der Blutdruckänderung mit den Angaben Colombos übereinstimmt. Nur findet diese Veränderung nach ihm im entgegengesetzten Sinne statt. Er konstatiert eine Blutdrucksenkung, die unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme nachweisbar ist und sich über etwa 4 Stunden erstreckt; entsprechend finde ich eine gleich nach der Nahrungsaufnahme eintretende Blutdrucksteigerung, die ebenfalls etwa vier Stunden andauert.

Colombo (15) giebt zu der von ihm konstatierten Drucksenkung die oben ausführlich mitgeteilte Erklärung, die allerdings etwas sehr Bestechendes hat. Vielleicht lässt sich aber auch die von uns gefundene Drucksteigerung ebensowohl erklären.

Es sind bekanntlich im wesentlich drei Faktoren, von denen der jeweilige Blutdruck abhängt, die Energie des Herzens, der Widerstand im Gefässsystem und die Blutmenge. Welcher von diesen blutdruckbestimmenden Faktoren wird nun durch die Nahrungsaufnahme beeinflusst?

Zadeck (5) erklärt sich die von ihm mit dem Sphygmomanometer gefundene Steigerung einfach durch die Vergrösserung der Blutmenge infolge der stärkeren Diffusion in die Darmvenen. Da aber nach unseren Versuchen die Steigerung sofort nach der Nahrungsaufnahme eintritt, zu einer Zeit, wo von Resorption noch garnicht die Rede sein kann, so dürfte dieses Moment wohl kaum in Betracht kommen. Es bliebe also noch die Herzenergie und der Kontraktionszustand der Gefässe. Die Prompt-

heit des Eintrittes der Drucksteigerung lässt es mich zunächst für wahrscheinlich halten, dass es sich hier um einen durch den Reiz der Nahrungsmittel auf die Magenschleimhaut ausgelösten Reflex handelt, und zwar scheint die Energie des Herzens reflektorisch (positiv inotroper Reflex nach Engelmann) beeinflusst zu werden. Wir sehen nämlich bei allen Versuchen durch die Nahrungsaufnahme auch eine Pulsbeschleunigung eintreten und den im nüchternen Zustande kleinen Puls voller und gespannter werden. Auf dieses letztere Moment möchte ich einen besonderen Nachdruck legen und ihm das grössere Gewicht beimessen, weil man ja im allgemeinen aus einer Frequenzerhöhung der Herzschläge nicht ohne weiteres eine Energiesteigerung des Herzens folgern darf. Wird dagegen ein vorher kleiner Puls voller und kräftiger, so darf man das meiner Ansicht nach ohne weiteres als ein Zeichen der Energiesteigerung des Herzens auffassen.

6. Zusammenfassung der Resultate.

Fassen wir die hauptsächlichsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammen, so kommen wir zu folgenden Sätzen:

1. Das Gärtner'sche Tonometer vermag uns freilich keine absoluten Blutdruckwerte zu geben, ist aber ein zur Bestimmung relativer Werte sehr brauchbares Instrument und verdient zur Messung von Blutdruckschwankungen vor dem Basch'schen Sphygmomanometer den Vorzug. Die Handhabung des Tonometers ist verhältnismässig einfach. Die Feststellung des Messungsergebnisses ist leicht und von gröberen subjektiven Beobachtungsfehlern frei.

2. Nahrungsaufnahme ruft eine Blutdrucksteigerung hervor, die nach der voluminösesten Mittagsmahlzeit ihren Gipfelpunkt erreicht und vielleicht die Folge einer reflektorisch zu stande kommenden Energieerhöhung des Herzens ist.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Langendorff für die Überweisung des Themas und für die liebenswürdige Unterstützung bei Bearbeitung desselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. v. Basch, Methode und Wert der Blutdruckmessung für die Praxis. Wiener medizinische Blätter. XVII. Jahrgang. No. 51.

2. Gärtner, Ueber einen neuen Blutdruckmesser. Wiener medizinische Wochenschrift 1899. No. 30.

3. Kapsamer, Blutdruckmessungen mit dem Gärtner'schen Tonometer. Berliner klinische Wochenschrift 1900. No. 1.

4. Zentralblatt für Physiologie. Bd. XIII. No. 20. Seite 558.

5. Zadeck, Die Messung des Blutdruckes am Menschen mittelst des Basch'schen Apparates. (Inaugural-Dissertation.) Berlin 1880.

6. Kornfeld, Ueber den Einfluss physischer und psychischer Arbeit auf den Blutdruck. Wiener medizinische Blätter. XXII. Jahrgang. No. 30.

7. Wiener medizinische Presse. XL. Jahrgang. No. 49.

8. Gärtner, Gebrauchsanweisung zum Patent-Tonometer. Wiener med. Presse 1899. No. 26 und Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Krankenpfleger und Aerzte. Polytechnik. (Vortrag, gehalten am 16. Juni 1899 in der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien.)

9. Jellinek, Zeitschrift für klinische Medizin. 39. Band, 5 und 6. Heft 1900.

10. Volkmann, Die Hämodynamik. Seite 179. Leipzig 1850.

11. Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufes. Leipzig 1893.

12. Hürthle, Ueber eine Methode zur Registrierung des arteriellen Blutdruckes beim Menschen. Deutsche midizinische Wochenschrift. No. 36, 1900.

13. Kornfeld, Ueber den Einfluss physischer und psychischer Arbeit auf den Blutdruck. Wiener medizinische Blätter. XXII. Jahrgang. No. 31.

14. Pawlow, Archiv für die ges. Physiologie, 16. S. 266—271. 1878.

15. Colombo, Recherches sur la pression du sang chez l'hommne Extrait des Archives italiennes de Biologie. XXXI. fasc III.

16. v. Basch, Mein Sphygmomanometer und Gärtners Tonometer. Wiener medizinische Presse. XL. Jahrgang 1899. No. 28.

Lebenslauf.

Wilhelm, Adolf, Berthold Schleisiek wurde am 24. April 1876 zu Georgsmarienhütte bei Osnabrück geboren. Er trat im Jahre 1888 in die Quinta des Königlichen Gymnasiums zu Essen ein, welches er Ostern 1896 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Die vorklinischen Semester absolvierte er in Göttingen und Giessen. Nachdem er im Februar 1898 in Giessen das Tentamen physicum bestanden und sein erstes klinisches Semester in München zugebracht hatte, siedelte er nach Rostock über, um daselbst im Februar 1901 mit dem Staatsexamen und dem Examen rigorosum seine Studien zu beschliessen.

Allen seinen hochverehrten Lehrern sei auch an dieser Stelle der tiefgefühlteste Dank ausgesprochen.